

## Акустические стволовые вызванные потенциалы у детей с аутизмом и расстройствами речевого развития до и после тренинга по методу А. Томатиса

В. Л. Ефимова<sup>✉1</sup>, И. А. Лысова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Прогноз», 191014, Россия, Санкт-Петербург, ул. Парадная, д. 3, корп. 2

### Сведения об авторах

Виктория Леонидовна Ефимова,  
SPIN-код: 3546-8757,  
Scopus AuthorID: 57188670076,  
ORCID: 0000-0001-7029-9317,  
e-mail: [prefish@ya.ru](mailto:prefish@ya.ru)

Ирина Анатольевна Лысова,  
SPIN-код: 8780-6220,  
ORCID: 0000-0003-2634-3071,  
e-mail: [lysova.ia@mail.ru](mailto:lysova.ia@mail.ru)

### Для цитирования:

Ефимова, В. Л., Лысова, И. А. (2019) Акустические стволовые вызванные потенциалы у детей с аутизмом и расстройствами речевого развития до и после тренинга по методу А. Томатиса. *Комплексные исследования детства*, т. 1, № 2, с. 98–106.

Получена 20 сентября 2019; прошла рецензирование 22 сентября 2019; принята 22 сентября 2019.

**Права:** © Авторы (2019). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

**Аннотация.** В статье приводятся результаты оценки влияния аудио-психо-фонологического тренинга по методу Альфреда Томатиса на скорость проведения слуховой информации структурами ствола головного мозга у двух групп детей. В первую группу вошли дети с аутизмом, во вторую — дети с расстройствами речевого развития и аутистическими проявлениями в поведении. Диагнозы были установлены психиатром, неврологом и логопедом до проведения тренинга.

Для проведения тренинга по методу Томатиса использовалась аппаратура компании Besson of Switzerland (Швейцария). Дети слушали акустически модифицированную музыку Моцарта, григорианские хоралы, запись голоса своей матери и собственный голос во время активных сессий с микрофоном. Программа создавалась индивидуально после проведения теста слухового внимания с помощью аудиометра.

Вопрос об эффективности использования метода Томатиса для детей с аутизмом и нарушениями речи актуален, так как метод широко применяется во всем мире, но количество исследований с использованием аппаратных методов оценки эффективности этого воздействия недостаточно.

Для анализа эффективности тренинга мы использовали электрофизиологическую диагностику — оценку акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП). Обследование назначалось неврологом в качестве диагностической процедуры и проводилось в детской неврологической клинике. Кроме классического варианта АСВП проводился модифицированный вариант исследования, который позволяет оценить время проведения слухового сигнала от улитки внутреннего уха до медиального коленчатого тела таламуса — регистрации шестого пика. Обследование детей проводилось до тренинга по методу Томатиса, после первого и второго циклов тренировок.

У всех детей, которые принимали участие в исследовании, по результатам АСВП до тренинга была выражено снижена скорость проведения слуховой информации структурами ствола мозга. Это могло быть причиной центральных нарушений обработки слуховой информации. Статистически значимое улучшение показателей АСВП было выявлено с помощью модифицированной методики уже после первого курса тренинга. После второго курса показатели не только сохранились, но и улучшились. Полученные результаты позволяют высказать предположение, что нейроакустические тренировки по методу Томатиса способствуют ускорению темпов морфофункционального созревания слуховых центров и трактов в стволе головного мозга как у детей с аутизмом, так и у детей с нарушениями речи.

**Ключевые слова:** аутизм, нарушения речевого развития, метод А. Томатиса, акустические стволовые вызванные потенциалы, центральные нарушения обработки слуховой информации.

# Brainstem auditory evoked potentials in children with autism and speech development disorders before and after the Tomatis training

V. L. Efimova<sup>✉1</sup>, I. A. Lysova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>“Prognoz” LLC, 3 Bdg 2, Paradnaya Str., Saint Petersburg 191014, Russia

## Authors

Victoria L. Efimova,  
SPIN: 3546-8757,  
Scopus AuthorID: 57188670076,  
ORCID: 0000-0001-7029-9317,  
e-mail: [prefish@ya.ru](mailto:prefish@ya.ru)

Irina A. Lysova,  
SPIN: 8780-6220,  
ORCID: 0000-0003-2634-3071,  
e-mail: [lysova.ia@mail.ru](mailto:lysova.ia@mail.ru)

## For citation:

Efimova, V. L., Lysova, I. A. (2019) Brainstem auditory evoked potentials in children with autism and speech development disorders before and after the Tomatis training. *Comprehensive Child Studies*, vol. 1, no. 2, pp. 98–106.

**Received** 20 September 2019;  
reviewed 22 September 2019;  
accepted 22 September 2019.

**Copyright:** © The Authors (2019).  
Published by Herzen State  
Pedagogical University of Russia.  
Open access under CC BY-NC  
License 4.0.

**Abstract.** The article assesses the efficacy of the audio-psycho-phonology training developed by A. Tomatis on the auditory processing in the brain stem in two groups of children. The first group included children with autism while children in the second group had speech development disorders and autistic behavior. Before the training children were diagnosed by a psychiatrist, a neurologist, and a speech therapist.

The training used Besson of Switzerland equipment. During active sessions with a microphone, the children listened to acoustically modified music of Mozart, Gregorian chants, their mothers' voice recordings as well as the recordings of their own voice. The program was tailor-made and developed after an audiometer-assisted auditory attention test.

The efficacy of the Tomatis training for autistic children and children with speech development disorders stands high on the agenda. The program is widely used all over the world, however, computer-assisted research to evaluate its impact is insufficient.

The efficacy of the training was analyzed through electrophysiological diagnostics — the assessment of brainstem auditory evoked potentials (BAEP). The examination was prescribed by a neurologist as a diagnostic procedure and was carried out in a child neurology clinic. Besides the classical BAEP test, we conducted a modified test that allows to measure the latency of an auditory signal from the cochlea to the medial geniculate nucleus of the thalamus, that is recording of peak VI. The test was carried out before the Tomatis training as well as after the first and second training sessions.

The results of the BAEP test before the training showed that children demonstrated considerably slow auditory processing in the brainstem with central auditory processing disorder as a possible reason for that condition. The modified test revealed a statistically significant improvement in BAEP results already after the first training session. After the second session the results improved. The obtained data allow us to suggest that the Tomatis neuroacoustic training speeds up the morphofunctional development of auditory centers and paths in the brainstem of autistic children as well as children with speech development disorders.

**Keywords:** autism, speech development disorder, Tomatis, brainstem auditory evoked potentials, central auditory processing disorder.

## Введение

Метод Томатиса — это слуховой тренинг, предполагающий прослушивание музыки, которая акустически модифицируется в режиме реального времени. В тренинг включены также слухо-вокальные упражнения, которые специалист или мама выполняют с ребенком также с помощью специальной аппаратуры (Sollier 2005; Tomatis 1983, t. 2, 58–62).

Метод Томатиса широко используется в работе с детьми с диагнозом «аутизм» во всем мире (Gilmor 1999; Davis 2006; Schiedeck 2000).

В настоящее время эффективность тренинга объясняется улучшением миелинизации проводящих аудиторных путей, которая способствует ускорению передачи звуковых сигналов и повышению качества обработки мозгом аудиторной информации (Gerritsen 2008).

Однако опубликованных исследований, подтверждающих этот вывод, недостаточно.

В большинстве работ, оценивающих влияние тренинга Томатиса на развитие детей с аутизмом, используются метод наблюдения или психологическое тестирование (Corbett, Shickman, Ferrer 2008; Davis 2006; Kershner 1986).

Табл. 1. Возрастной состав двух групп детей

Контингент		Возрастной диапазон в месяцах				
Группа	Пол	21–40	40–50	50–60	60–70	70–120
I	м	1	5	3	3	3
	ж	1	1	0	4	0
II	м	13	10	13	11	9
	ж	2	3	0	2	5

Опубликованы единичные исследования с использованием электрофизиологических и психофизиологических методов диагностики (Vervoort, Voigt, Van den Bergh 2008; Weiss 1985).

Выборки испытуемых в опубликованных исследованиях достаточно часто были малочисленными, или публиковались результаты одного ребенка (Neysmith-Roy 2001; Nicoloff 2004), поэтому вопрос об эффективности использования этого метода для детей с аутизмом нуждается в дальнейшем изучении.

Гипотеза нашего исследования состояла в том, что у детей с аутизмом и расстройством рецептивной речи имеется общий неврологический дефицит, который препятствует овладению речью и затрудняет процесс коммуникации с другими людьми. В англоязычной литературе этот дефицит принято называть «центральное нарушение обработки слуховой информации» (Central Auditory Processing Disorders) (El Shennawy, El Khosht, Ghannoum et al. 2014; Hitoglou, Ververi, Antoniadis et al. 2010; Roberts, Khan, Rey et al. 2010; Ross-Swain 2007).

Это нарушение, этиология которого изучена недостаточно, приводит к трудностям в различении и дифференциации не только фонем, но и неречевых звуков. Мы предположили, что причиной нарушения обработки слуховой информации у детей с аутизмом и рецептивными языковыми нарушениями может быть функциональная незрелость ствола головного мозга. Опубликованные результаты исследований показывают, что дисфункции ствола мозга достаточно часто выявляются у детей с аутизмом и нарушениями языкового развития (Efimov, Efimova, Rozhkov, Ryabchikova и др. 2017; Abadi, Khanbabaee, Sheibani 2016; Basu, Krishnan, Weber-Fox 2010; Choudhury, Benasich 2011; Kulesza Jr., Lukose, Stevens 2011; Miron, Beam, Kohane 2018; Roth, Muchnik, Shabtai et al. 2012).

Задача настоящего исследования состояла в оценке влияния тренинга по методу Томатиса на скорость проведения слуховой информации структурами ствола мозга.

## Методика

### Контингент обследуемых

Методом акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП) обследованы 71 мальчик и 18 девочек в возрасте от 2 до 10 лет до и после проведения тренировок по методу Томатиса.

Все дети имели предварительно установленные психиатром и неврологом диагнозы и были определены в две группы. Первую группу составили 15 мальчиков и 6 девочек с диагнозом «аутизм» (F84.0 по МКБ-10); вторую группу составили 56 мальчиков и 12 девочек с сенсорной или сенсомоторной алалией — расстройством рецептивной речи (F80.2 по МКБ-10). У всех детей второй группы наблюдались аутистические черты в поведении. Все дети имели выраженные отклонения в речевом развитии: не использовали в общении фразовую речь, в активном словарном запасе насчитывалось не более 10 слов.

Распределение мальчиков и девочек обеих групп по возрастам дано в табл. 1.

Все дети прошли аудиологическое обследование и не имели нарушений слуха. Все дети были осмотрены неврологом и логопедом детской неврологической клиники «Прогноз» (Санкт-Петербург), исследования АСВП назначались неврологом в качестве клинических диагностических процедур и проводились с письменного согласия родителей. Перед тренингом проводилась ЭЭГ для исключения противопоказаний к проведению тренинга. Проведение нейроакустических тренировок согласовывалось с неврологом.

### Метод А. Томатиса

Тренировки осуществлялись по индивидуальной программе, составленной сертифицированным специалистом для каждого ребенка по результатам теста слухового внимания, проводимого с помощью аудиометра.



Тренинг проводился на аппаратуре компании Besson of Switzerland (Швейцария). Звуковой сигнал обрабатывался и модифицировался в режиме реального времени с помощью цифро-аналогового преобразователя «Электронное ухо». Использовались наушники с воздушной и костной проводимостью звука.

В зависимости от программы ребенок прослушивал несколько музыкальных модулей: акустически модифицированную музыку Моцарта и григорианские песнопения. Во второй цикл тренировок включалось прослушивание голоса матери ребенка, который записывался до тренировки и также был акустически модифицирован. Также проводились активные сессии с микрофоном, в ходе которых ребенок слышал свой собственный голос, модифицированный «Электронным ухом». Акустическая модификация не предполагала добавление к музыке или голосу каких-либо дополнительных компонентов. Продолжительность одного цикла тренировок составляла 14 дней. Сессии проводились ежедневно, по 2 часа в присутствии родителей на базе центра «Логопрогноз» (Санкт-Петербург).

## Регистрация АСВП

Регистрация АСВП проводилась при помощи анализатора «Nicolet Viking Select™» (VIASYSHealthscareInc, USA). Использовали отведения: сосцевидный отросток слева и справа — вертекс. Чашечковые хлорсеребряные электроды фиксировали с использованием адгезивной кондуктивной пасты, заземляющий электрод размещали в точке Fpz. Добивались, чтобы межэлектродное сопротивление не превышало 4 кОм.

В качестве «стандартного» стимула использовали щелчок длительностью 0,1 мс и интенсивностью 90 dB nHL. Для регистрации 6-го пика использовали модифицированный стимул — короткую тональную посылку (toneburst, Blackman window) с частотой заполнения 4000 Гц, длительностью плато 0,5 мс, переднего фронта — 0,5 мс, интенсивностью 70 дБ выше порога слуха. Идентификацию 6-го пика осуществляли с учетом выявления 5-го пика при стандартной стимуляции. На анализируемой трассе при модифицированной стимуляции определяли доминирующий 5 пик. Следующее за ним позитивное отклонение считали 6 пиком и определяли его пиковую латентность.

Стимулы предъявляли при помощи головных телефонов (TDH39) отдельно в левое и правое

ухо с частотой 10,1 Гц. Усредняли от 500 до 1000 вызванных ответов (каждый длительностью 12 мс) без трасс, содержащих артефакты (с их автоматической режекцией при превышении порога амплитудной дискриминации 30–40 мВ). Полосу пропускания сигналов устанавливали в пределах от 100 до 3000 Гц.

АСВП исследования проведены на базе неврологической клиники «Прогноз» (Санкт-Петербург). Во время регистрации АСВП ребенок располагался в кресле.

Статистическую обработку осуществляли с использованием пакета Statistica 6.0 for Windows. Оценивали параметры (средние, стандартные отклонения) распределений величин латентных периодов пиков и межпиковых интервалов АСВП. Различия средних, а также выборочных долей оценивали по t-критерию Стьюдента, значимыми считали различия при  $p < 0,05$ . Использовали дисперсионный анализ, по результатам которого оценивали влияние факторов «пол» и «клиническая группа» на параметры АСВП (межпиковый интервал и латентность 6-го пика).

## Результаты и обсуждение

Результаты оценки АСВП до курса тренировок подтвердили наличие у детей обеих групп выраженного замедления проведения слуховой информации структурами ствола мозга. Повторное обследование АСВП после первого курса тренировок по методу Томатиса прошли 12 мальчиков и 3 девочки группы 1, а также 49 мальчиков и 9 девочек из группы 2. Время, прошедшее между исходным и повторным (после 1-го курса тренировок) обследованием АСВП, составило  $6,7 \pm 7,7$  (m  $\pm$  s.d.) мес. (медиана 3,6 мес.). Повторное обследование АСВП после второго курса тренировок по методу Томатиса прошли 11 мальчиков и 4 девочки группы 1, а также 33 мальчика и 7 девочек из группы 2. Время, прошедшее между АСВП исследованиями, вторым и третьим — после 2-го курса тренировок), составило  $5,7 \pm 3,3$  (m  $\pm$  s.d.) мес. (медиана 5,2 мес.).

Индивидуальные значения межпиковых интервалов 1–5 стандартных АСВП у детей двух клинических групп до проведения первого курса тренировок по методике Томатиса представлены на рис. 1. Значки-символы для детей младше трех лет выделены черным, поскольку до трехлетнего возраста центральное проведение может быть относительно более медленным вследствие незавершенности процесса миелинизации слухового тракта ствола мозга. В целом

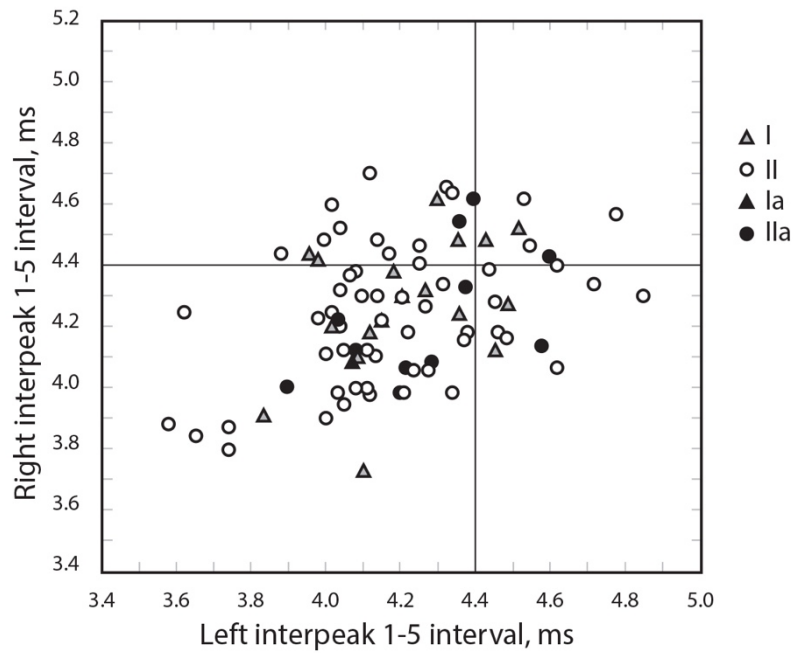


Рис. 1. Распределения величин межпиковых интервалов 1–5 при стимуляции с левой и правой стороны у детей с РАС (I) и расстройством рецептивной речи (II) в исходном состоянии. По оси абсцисс — величина интервала 1–5 стандартного АСВП при стимуляции с левой стороны в мс, по оси ординат — величина интервала 1–5 стандартного АСВП при стимуляции с правой стороны в мс. Ia, IIa — дети до трех лет. Каждый значок соответствует одному ребенку

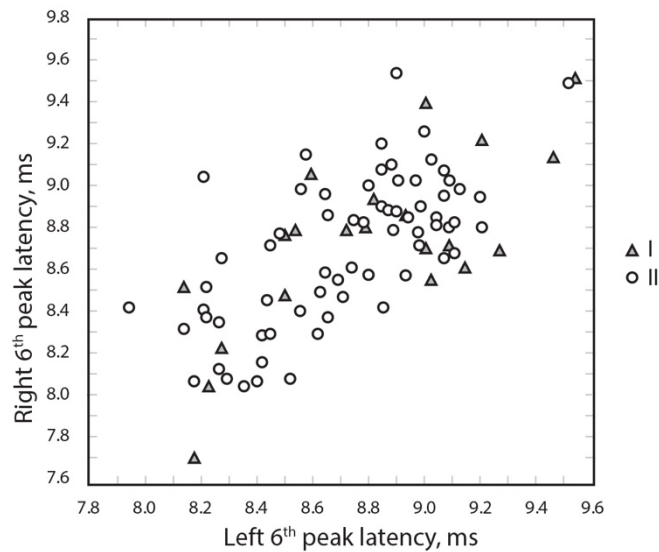


Рис. 2. Распределения значений латентности 6-го пика АСВП при стимуляции с левой и правой стороны у детей с РАС (I) и расстройством рецептивной речи (II) в исходном состоянии. По оси абсцисс — величина латентности 6-го пика АСВП при стимуляции с левой стороны в мс, по оси ординат — величина латентности 6-го пика АСВП при стимуляции с правой стороны в мс. Каждый значок соответствует одному ребенку

Табл. 2. Величина межпикового интервала 1–5 и латентности пика 6 ( $m \pm s.d.$ ) у мальчиков и девочек двух клинических групп до и после 1-го курса реабилитации

Контингент	Межпиковый интервал 1–5, мс				Латентность пика 6, мс			
	слева		справа		слева		справа	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Мальчики, 1 группа	4,2 $\pm 0,22$	4,2 $\pm 0,12$	4,2 $\pm 0,30$	4,3 $\pm 0,34$	8,9 $\pm 0,46$	8,6 $\pm 0,36$	8,7 $\pm 0,54$	8,5 $\pm 0,42$
Мальчики, 2 группа	4,2 $\pm 0,26$	4,1 $\pm 0,21$	4,2 $\pm 0,21$	4,1 $\pm 0,23$	8,7 $\pm 0,32$	8,5 $\pm 0,28$	8,7 $\pm 0,38$	8,5 $\pm 0,27$
Девочки, 1 группа	4,2 $\pm 0,25$	4,2 $\pm 0,26$	4,2 $\pm 0,19$	4,3 $\pm 0,13$	8,5 $\pm 0,34$	8,2 $\pm 0,25$	8,9 $\pm 0,28$	8,4 $\pm 0,45$
Девочки, 2 группа	4,1 $\pm 0,23$	4,2 $\pm 0,27$	4,2 $\pm 0,23$	4,1 $\pm 0,16$	8,7 $\pm 0,36$	8,4 $\pm 0,27$	8,9 $\pm 0,27$	8,6 $\pm 0,28$

*Примечание.* После 1-го курса тренировок по Томатису АСВП зарегистрированы у 12 мальчиков и 3 девочек группы 1, у 49 мальчиков и 9 девочек группы 2

по всему контингенту обследованных детей коэффициенты корреляции между возрастом и величиной межпикового интервала 1–5 статистически незначимы ( $r = -0,12$ ,  $p = 0,26$  и  $r = 0,06$ ,  $p = 0,59$  соответственно для левой и правой стороны стимуляции). Если принять за верхнюю границу нормы значение в 4,4 мс, то при стимуляции с левой стороны превышение нормативной величины обнаруживается у 5 (24 %) детей 1-й группы и 13 (19 %) детей 2-й группы, с правой стороны — у 7 (33 %) детей 1-й группы и 18 (26 %) детей 2-й группы (из них у 3 детей 1-й группы и 6 детей 2-й группы превышение с обеих сторон). Различия по группам детей и стороне стимуляции статистически незначимы.

Индивидуальные значения латентности 6-го пика модифицированного АСВП у детей двух клинических групп до проведения первого курса тренировок по методике Томатиса представлены на рис. 2.

В целом по всему контингенту обследованных детей коэффициенты корреляции между возрастом и значением латентности 6-го пика АСВП статистически незначимы ( $r = -0,05$ ,  $p = 0,61$  и  $r = -0,06$ ,  $p = 0,56$  соответственно для левой и правой стороны стимуляции). Для оценки влияния факторов пола и принадлежности к первой или второй клинической группе на величину латентности 6-го пика проведен двухфакторный дисперсионный анализ. В рамках обследованных выборочных групп детей влияние фактора группы и фактора пола на величину латентности 6-го пика оказалось статистически незначимым. Текущий эффект фактора группы составил  $F(1,85) = 0,46$ ,  $p = 0,50$  для стимуляции левой стороны и  $F(1,85) = 0,04$ ,  $p = 0,85$  для стимуляции правой. Текущий эффект фактора пола составил

$F(1,85) = 1,15$ ,  $p = 0,29$  для стимуляции левой стороны и  $F(1,85) = 0,86$ ,  $p = 0,36$  для стимуляции правой стороны.

Если принять за верхнюю границу нормы значение в 7,6 мс, то при стимуляции как с левой, так и с правой стороны превышение нормативной величины обнаруживается у 21 ребенка группы 1 и 68 детей группы 2, то есть у 100 % обследованных детей (Efimov, Efimova, Rozhkov 2014).

В таблице 2 приведены средние значения и стандартные отклонения величин межпикового интервала при стимуляции с левой и правой стороны у мальчиков и девочек с аутизмом и расстройством рецептивной речи с аутистическими чертами в поведении — до и после 1-го курса тренировок по методике Томатиса.

После 1-го курса тренировок по Томатису средние групповые величины межпиковых интервалов 1–5 в целом по 1-й и 2-й группе значимо не изменились ни с одной из сторон (табл. 2). По оценкам индивидуальных значений величины интервала 1–5 уменьшилась с обеих сторон у 21 (29 %) ребенка, только слева — 17 детей (23 %), только справа — 17 детей (23 %).

На рис. 3 представлены индивидуальные данные, характеризующие разницу в величине латентности 6-го пика после курса тренировок (уменьшаемое) в сравнении с исходным значением параметра (вычитаемое) у детей двух групп, отмеченных разными символами. Данные для параметров АСВП при стимуляции с левой и правой стороны объединены. По латентности 6-го пика улучшение — уменьшение латентности 6-го пика — выявлено с обеих сторон у 60 (82 %) детей, только слева — у 6 (8 %) детей, только

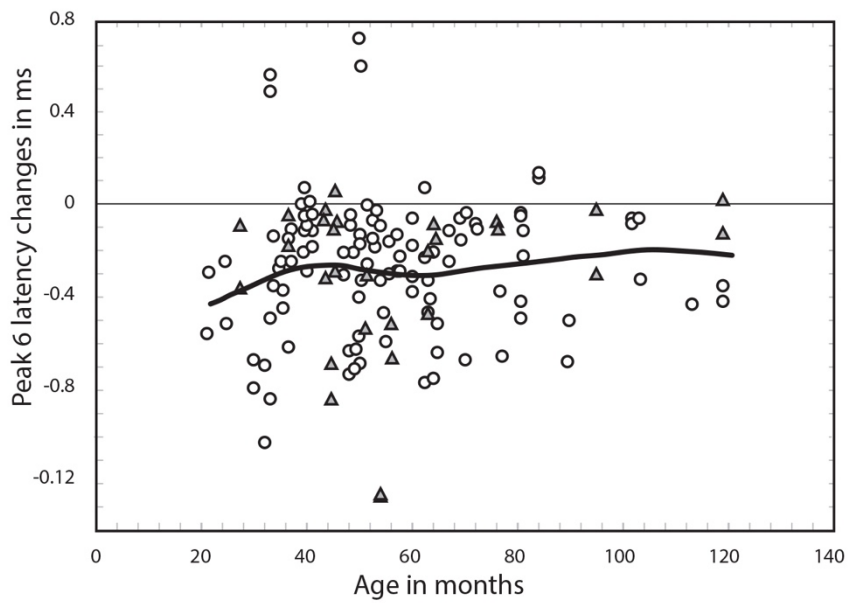


Рис. 3. Изменения латентности 6-го пика АСВП у детей группы 1 и 2 после первого курса реабилитации. По оси абсцисс — возраст в месяцах при исходной регистрации АСВП, по оси ординат — разница в латентности пика 6 до и после первого курса реабилитации в мс. Дети группы 1 обозначены треугольниками, дети группы 2 обозначены кружками

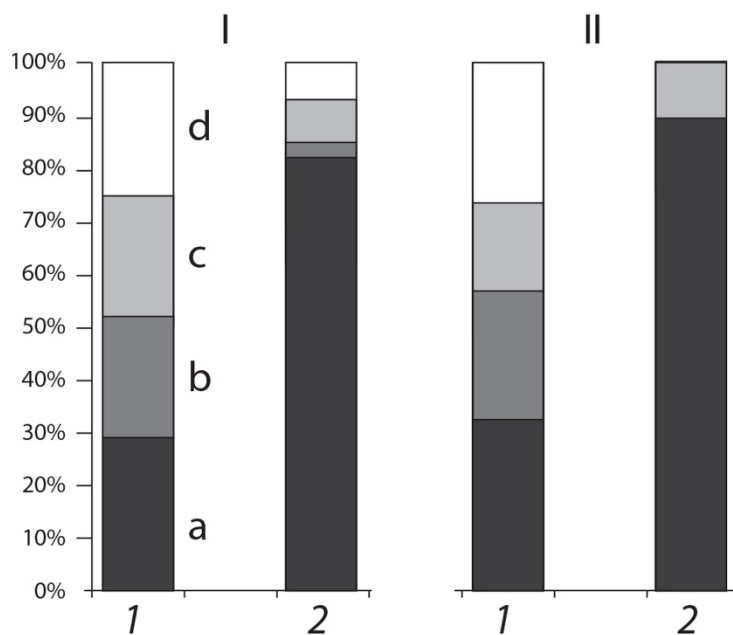


Рис. 4. Уменьшение времени обработки слуховых сигналов у детей с РАС и расстройством рецептивной речи с аутистическими чертами в поведении после 1-го (I) и 2-го (II) тренинга по методу Томатиса. 1 — величина межпикового интервала 1–5, 2 — латентность 6-го пика. Уменьшение величины параметра: а — с обеих сторон, b — с левой стороны, с — с правой стороны, d — отсутствует



справа — у 2 (3 %) детей. И только у 5 (7 %) не отмечено уменьшение латентности 6-го пика.

На аппроксимирующей кривой виден начальный подъем, который приходится на возраст примерно до 40 мес. По-видимому, это сочетание эффекта тренинга по Томатису с естественным возрастным уменьшением латентности 6-го пика у детей младшего возраста, что может быть связано с миелинизацией слуховых трактов, которая, по литературным данным, в норме продолжается до трехлетнего возраста.

В среднем (табл. 2) слева латентность 6-го пика уменьшилась от 8,73 до 8,46 мс ( $t = 7,6$ ;  $p < 0,0001$ ), справа латентность 6-го пика уменьшилась от 8,72 до 8,47 мс ( $t = 7,2$ ;  $p < 0,0001$ ).

После 2-го курса тренировок по Томатису в сравнении со 1-м курсом средние групповые величины межпиковых интервалов 1–5 в целом по 1-й и 2-й группе значимо не изменились ни с одной из сторон. По оценкам индивидуальных значений величина интервала 1–5 уменьшилась с обеих сторон у 17 (32 %) детей, только слева — у 9 детей (17 %), только справа — 13 детей (24 %).

Уменьшение латентности 6-го пика выявлено с обеих сторон у 47 (89%) детей, только слева — у 6 (11 %) детей. Не выявлено ни одного случая увеличения латентности. В среднем слева латентность 6-го пика уменьшилась от  $8,75 \pm 0,34$  до  $8,31 \pm 0,23$  мс ( $t = 11,8$ ;  $p < 0,0001$ ), справа латентность 6-го пика уменьшилась от  $8,71 \pm 0,31$  до  $8,34 \pm 0,26$  мс ( $t = 8,98$ ;  $p < 0,0001$ ).

В подавляющем большинстве случаев достигнутый после 1-го курса реабилитации эффект уменьшения латентного периода 6-го пика (ускорение проведения и обработки слуховой инфор-

мации) не только сохраняется, но и после 2-го курса отмечается дальнейшее уменьшение величины латентности 6-го пика (и в 1-й и во 2-й группах пациентов) (рис. 4). Эффект реабилитации более выражен в динамике латентности 6-го пика в сравнении с изменениями величины межпикового интервала 1–5.

Был проведен анализ заключений невролога после 2-го тренинга. Уже после первого курса тренировок родители, невролог и логопед отметили у всех испытуемых положительные изменения в поведении: дети стали проявлять больше интереса к окружающему миру, улучшилось понимание речи, глазной контакт, у многих детей увеличилась речевая активность.

## Выводы

Замедление проведения слуховой информации структурами ствола головного мозга характерно для детей с нарушениями языкового развития различного генеза, в том числе и для детей с аутизмом.

Модифицированная методика АСВП применима для оценки результативности тренинга по методу Томатиса.

В результате тренинга по методу Томатиса на аппаратуре Besson of Switzerland произошли статистически значимые улучшения проведения слуховой информации стволовыми структурами мозга у детей с аутизмом и рецептивными нарушениями речи. Полученные результаты позволяют высказать предположение, что нейроакустические тренировки по методу Томатиса способствуют ускорению темпов морфофункционального созревания слуховых центров и трактов ствола мозга.

## References

- Abadi, S., Khanbabaee, G., Sheibani, K. (2016) Auditory brainstem response wave amplitude characteristics as a diagnostic tool in children with speech delay with unknown causes. *Iranian Journal of Medical Sciences*, vol. 41, no. 5, pp. 415–421. PMID: 27582591. (In English)
- Basu, M., Krishnan, A., Weber-Fox, C. (2010) Brainstem correlates of temporal auditory processing in children with specific language impairment. *Developmental Science*, vol. 13, no. 1, pp. 77–91. PMID: 20121865. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2009.00849.x (In English)
- Choudhury, N., Benasich, A. A. (2011) Maturation of auditory evoked potentials from 6 to 48 months: Prediction to 3 and 4 year language and cognitive abilities. *Clinical Neurophysiology*, vol. 122, no. 2, pp. 320–338. PMID: 20685161. DOI: 10.1016/j.clinph.2010.05.035 (In English)
- Corbett, B. A., Shickman, K., Ferrer, E. (2008) Brief report: The effects of Tomatis sound therapy on language in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 38, no. 3, pp. 562–566. PMID: 17610057. DOI: 10.1007/s10803-007-0413-1 (In English)
- Davis, D. S. (2006) A review of various abilities improved after the basic Tomatis Method Program for autistic, Williams syndrome, and ADHD children. *Medical Veritas: The Journal of Medical Truth*, vol. 3, no. 2, pp. 1154–1158. (In English)
- Efimov, O. I., Efimova, V. L., Rozhkov, V. P. (2014) Narushenie skorosti provedeniya slukhovoij informatsii v strukturakh stvola mozga u detej s rasstrojstvami razvitiya rechi i trudnostyami v obuchenii [Delayed auditory



- brainstem transmission in children with developmental speech and language disorders and learning difficulties]. *Sensornye sistemy — Sensory Systems*, vol. 28, no. 3, pp. 36–44. (In Russian)
- Efimov, O. I., Efimova, V. L., Rozhkov, V. P., Ryabchikova, N. A. (2017) Diagnosticheskoe znachenie akusticheskikh stvolovykh vyzvannykh potentsialov mozga u detej s rasstroijstvami autisticheskogo spectra [Impairments of conduction and processing of acoustic stimuli with children with autism spectrum disorder]. *Nejrokomp'yutery: razrabotka, primenenie — Neurocomputers*, no. 8, pp. 31–37. (In Russian)
- El Shennawy, A. M., El Khosht, M., Ghannoum, H., Abd El Meguid, N. (2014) Electrophysiologic assessment of auditory function in children with autism and attentiondeficit and hyperactivity disorder. *Journal of Hearing Science*, vol. 4, no. 3, pp. 26–34. (In English)
- Gerritsen, J. (2008) Response to “Brief report: The effects of Tomatis sound therapy on language in children with autism”, July 3, 2007, *Journal of Autism and Developmental Disorders. Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 38, no. 3, p. 567. PMID: 17972170. DOI: 10.1007/s10803-007-0471-4 (In English)
- Gilmor, T. (1999) The efficacy of the Tomatis Method for children with learning and communication disorders: A meta analysis. *International Journal of Listening*, vol. 13, no. 1, pp. 12–23. DOI: 10.1080/10904018.1999.10499024 (In English)
- Hitoglou, M., Ververi, A., Antoniadis, A., Zafeiriou, D. I. (2010) Childhood autism and auditory system abnormalities. *Pediatric Neurology*, vol. 42, no. 5, pp. 309–314. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2009.10.009 (In English)
- Kershner, J. R. (1986) Evaluation of the Tomatis listening training program with learning disabled children. *Canadian Journal of Special Education*, vol. 2, no. 1, pp. 1–32. (In English)
- Kulesza Jr., R. J., Lukose, R., Stevens, L. V. (2011) Malformation of the human superior olive in autistic spectrum disorders. *Brain Research*, vol. 1367, pp. 360–371. PMID: 20946889. DOI: 10.1016/j.brainres.2010.10.015 (In English)
- Miron, O., Beam, A. L., Kohane, I. S. (2018) Auditory brainstem response in infants and children with autism spectrum disorder: A meta-analysis of wave V. *Autism Research*, vol. 11, no. 2, pp. 355–363. PMID: 29087045. DOI: 10.1002/aur.1886 (In English)
- Neysmith-Roy, J. M. (2001) The Tomatis Method with severely autistic boys: Individual case studies of behavioral changes. *South African Journal of Psychology*, vol. 31, no. 1, pp. 19–28. DOI: 10.1177/008124630103100105 (In English)
- Nicoloff, F. (2004) Case studies of children with dyspraxia following intervention with a Tomatis Method program. *International Journal of Tomatis Method Research*, vol. 1, no. 1, pp. 30–36. (In English)
- Roberts, T. P. L., Khan, S. Y., Rey, M. et al. (2010) MEG detection of delayed auditory evoked responses in autism spectrum disorders: Towards an imaging biomarker for autism. *Autism Research*, vol. 3, no. 1, pp. 8–18. PMID: 20063319. DOI: 10.1002/aur.111 (In English)
- Ross-Swain, D. (2007) The effects of auditory stimulation on auditory processing disorder: A summary of the findings. *International Journal of Listening*, vol. 21, no. 2, pp. 140–155. DOI: 10.1080/10904010701302022 (In English)
- Roth, D. A.-E., Muchnik, C., Shabtai, E. et al. (2012) Evidence for atypical auditory brainstem responses in young children with suspected autism spectrum disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology*, vol. 54, no. 1, pp. 23–29. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.04149.x (In English)
- Schiedeck, D. E. (2000) *Die Auswirkungen des Tomatis Gehörtrainings auf Motorik, visuelle Wahrnehmungsfähigkeit und Lautbildung leicht autistischer Kinder und Jugendlicher im Alter von 4–18 Jahren mit IQ-Minderung (IQ=50%–80%) und mit Sprache [The effects of Tomatis hearing training on motor skills, visual perception and sound formation of slightly autistic children and adolescents aged 4–18 years with IQ reduction (IQ=50%–80%) and with speech]*. Regensburg: Roderer Verlag, 156 S. (In German)
- Sollier, P. (2005) *Listening for wellness: An introduction to the Tomatis Method*. Walnut Creek, CA: The Mozart Center Press, 397 p. (In English)
- Tomatis, A. A. (1983) *Vers l'écoute humaine. Vol. 2. Qu'est-ce que l'oreille humaine? [Towards human listening. Vol. 2. What is the human ear?]*. 2<sup>nd</sup> ed. Paris: ESF Éditeur, 184 p. (In French)
- Vervoort, J., de Voigt, M. J. A., Van den Bergh, W. (2008) The improvement of severe psychomotor and neurological dysfunctions treated with the Tomatis audio-psycho-phonology method measured with EEG brain map and auditory evoked potentials. *Journal of Neurotherapy*, vol. 11, no. 4, pp. 37–49. DOI: 10.1080/10874200802169621 (In English)
- Weiss, W. (1985) Long-term average spectra of continuous speech before and after Tomatis audio-vocal training. *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 78, no. S1, p. S56. DOI: 10.1121/1.2022882 (In English)